

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ
СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І
НАНОПРИСТРОЇВ

УДК 535.5:621.38

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ НАУКОВИХ ПРИЛАДІВ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ У ОПТИЧНОМУ ДІАПАЗОНІ**

¹⁾Неводовський П. В., ²⁾Гераймчук М. Д.

¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна, ²⁾Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Залежно від призначення наукові прилади мають свої особливості, тому на всіх етапах їх розробки, як правило, виникає низка питань та проблем з багатьма невідомими. Структурний підхід до проектування приладу та визначення пріоритетних напрямків дає змогу найбільш оптимально провести розв’язання цих проблем.

По перше при розробці наукових приладів треба визначити задачі дослідження (Що є об’єктом дослідження? Навіщо, як, і чим проводити дослідження? Що хочемо одержати?). Тобто накопичити знання з цієї галузі та поставити задачу. Далі треба зробити аналіз можливостей та вибір напрямку реалізації проекту.

Реалізація проекту може відбуватися наступним чином: алгоритм; схеми; конструкція; виготовлення; дослідження; контроль та ін.

До особливостей проектування наукової апаратури слід віднести: функціональну неординарність; складність перевірки та тестування такої апаратури; як правило, незважаючи на наукову актуальність, слабку економічну ефективність.

Якщо проектування відноситься до космічної апаратури, то особливі вимоги цієї галузі до розробки приладів такого класу (обмеження за габаритами, вагою, потужністю; вплив середовища; висока надійність та ін.) ще більш ускладнюють створення такої апаратури.

Більш детально щодо технології розробки наукових приладів для дослідження космічних об’єктів у оптичному діапазоні буде надано в доповіді.

Прикладом такої роботи є розробка Головної астрономічної обсерваторії НАН України та Національного технічного університету України під назвою «Малогабаритний ультрафіолетовий поляриметр (УФП) для дослідження стратосферного аерозолю Землі».

Література

1. М.Д. Гераймчук, О.М. Генкін, О.В. Івахів, Ю.П. Куреньов, О.В. Мороженко, П.В. Неводовський, С.Ф.Петренко. Елементи і системи поляризаційних приладів для космічних досліджень. Монографія. К.: ЕКМО, 2009. – 188 с.

Ключові слова: технології розробки, космічні прилади, ультрафіолетовий поляриметр.

УДК 621.825.5

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОТИ ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ МУФТ

Матяш І. Х.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

В зв'язку з необхідністю підвищувати швидкості робочих органів і компактність агрегатів і вузлів приладів та машин, автоматизувати їх, до запобіжних та навантажуючих пристроїв пред'являються все більш високі вимоги по їх надійності і точності, високої довговічності з більшим міжремонтним терміном роботи.

Фрикційно-кулькові муфти [1] значно відрізняються від фрикційних муфт по принципу роботи, конструкції, точності спрацювання, коливання моменту тертя на протязі значного часу та в широкому діапазоні температур навколишнього середовища, габаритах та інші.

Ці переваги мають місце внаслідок особливому принципу роботи, який покладений в основу роботи фрикційно-кулькових муфт, який заключається в просковзуванні із перекочуванням кульок відносно поверхонь тертя.

Конструкція муфт забезпечує хороші умови змащування кульок та контактуючих із ними поверхонь. В звичайних фрикційних муфтах все мастило знаходиться в зоні тертя, в результаті чого воно, під дією температури тертя, втрачає свої властивості.

Покриті тонким шаром мастила кульки фрикційно-кулькових муфт, перекочуючись із просковзуванням при спрацюванні муфти, безперервно змащують контактуючі з ними поверхні свіжим мастилом. В зоні тертя фрикційно-кулькової муфти знаходиться тільки незначна кількість мастила від загального об'єму, що допомагає кращому зберіганню його мастильних властивостей.

Елементи тертя фрикційно-кулькових муфт несуть більше мастила чим поверхні тертя звичайних фрикційних муфт, внаслідок цього збільшується термін їх роботи і стабільність моменту тертя.

Зношування поверхонь тертя і кульок проходить рівномірно, так як точки дотику кульок із поверхнями дисків безперервно міняються, поступово проходячи всю поверхню кульок.

Фрикційно-кулькові муфти можуть бути без сепаратора і з сепаратором. Вони розроблені на кафедрі приладобудування НТУУ «КПІ», достатньо досліджені, розроблена методика їх розрахунку.

Література

1. Матяш И.Ф. и др. «Фрикционно-шариковая предохранительная муфта». Авторское свидетельство №1293385. Бюл. №8, 1987 г.

Ключові слова: муфти, мастило, поверхні тертя, кульки.

УДК 621.317

СУЧАСНІ НАВІГАЦІЙНІ ЗАСОБИ АГС

Безвесільна О. М.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Аналіз сучасних навігаційних засобів, застосованих в авіаційній гравіметричній системі (АГС), показав:

- у гірській місцевості навігаційні параметри можна визначати за допомогою інерціальних навігаційних систем або водночас доплерівської, курсової систем і, водночас, аерофотозйомкою достатньої кількості точок уздовж маршруту вимірювання;
- над рівнинними місцевостями можна використовувати інерціальну навігаційну систему, а також зручно застосовувати різницево-далекомірну й кутомірну радіотехнічні системи водночас із курсовими системами;
- над морем доцільно комплексне застосування вище перерахованих систем.

Для вимірювання широти підтверджено доцільність застосування гіроскопічного приладу нового типу.

Показано, що у приладі для вимірювання широти однакові зміщення в одному і тому самому напрямку центрів ваги двох однакових триступневих гіроскопів уздовж осей обертання роторів відносно осей зовнішніх рамок і розташування на осях зовнішніх рамок двох додаткових датчиків кута, виходи яких з'єднані з обмотками керування двох додаткових датчиків моменту, розташованих на осях внутрішніх рамок приладу, дають змогу отримати нові позитивні ефекти, а саме підвищити:

- точність виставлення за рахунок усунення необхідності використання гіростабілізованої платформи, оскільки кожний з двох гіроскопів приладу для вимірювання широти фіксує дві складові абсолютного прискорення, за якими можна визначити підсумковий вектор абсолютного прискорення. Це можна використати для орієнтування кожного з гіроскопів;
- достовірність вимірювань (оскільки можна визначити два незалежних значення кута географічної широти);
- точність вимірювань (за рахунок усунення похибок, зумовлених перехресними кутовими і лінійними прискореннями).

Встановлено, що із застосовуваних сучасних засобів вимірювань висоти доцільно комплексно використовувати барометричний висотомір над суходолом і радіовисотомір над морем.

Ключові слова: гравіметр, авіаційна гравіметрична система.

УДК 621.317

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБОК В ОБЛАСТІ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ

Безвесільна О. М.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Особливості відомих розробок в області систем стабілізації (СС) прецизійних навігаційних систем (НС) рухомих об’єктів (РО) полягають у тому, що СС створюються індивідуально під кожну конструкцію НС та РО. Відомі літакові СС НС забезпечують виявлення та розпізнавання об’єктів на незначній дальності (не більш 5000 м), мають невисоку точність керування (до 0,2 мл рад), обмежені максимальні кути наведення (до $\pm 55^\circ$), обмежені швидкості наведення (до 3 °/с) і швидкості переключення лінії візування (до 10 °/с), працюють в обмеженому діапазоні температур (від -20°C до $+40^\circ\text{C}$), при обмежених амплітудах вібрацій (до 0,5 g).

Актуальною і недостатньо розробленою проблемою є створення спеціалізованих СС НС сучасних РО для вирішення задач попередження та ліквідації наслідків техногенних, екологічних катастроф і терористичних актів.

Запропоновано підхід до організації і забезпечення якості елементів, пристроїв і СС НС, заснований на:

- побудові базової структури СС НС на основі аналізу та синтезу відомих закордонних і вітчизняних рішень в області технічних систем даного класу із обліком досягнутих показників функціонування, відомих конструкторських рішень і перспектив поліпшення якості показників;

- формуванні гранично допустимих вимог до СС на основі аналізу функціональних можливостей, як складових частин системи керування, так і на підставі певних характеристик елементів і пристроїв, що забезпечують функціонування СС;

- виборі раціональних по складу і можливостям комплексу методів і максимально припустимих показників якості елементів і пристроїв математичних моделей, що забезпечують необхідну адекватність, точність розрахунків, з урахуванням значної різноманітності фізичних процесів у СС НС, багато параметричного характеру елементів і пристроїв; застосувань способів структурного синтезу прямих і зворотних зв’язків сигнальних каналів базової структури СС. Це забезпечує досягнення необхідних показників точності та стійкості за рахунок коригувальних і компенсуючих впливів;

- створенні системи елементів, що реалізують, компенсують, корегують зв’язки і забезпечують задану точність і діапазон керування швидкостей, а також високий рівень внутрішньої та зовнішньої сумісності вузлів системи.

Ключові слова: система стабілізації, навігаційна система.

УДК 621.317

ВПЛИВ ЗМІНИ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ НА ТОЧНІСТЬ ГРАВІМЕТРА АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

¹⁾Безвесільна О. М., ²⁾Ткачук А. Г.

¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна, ²⁾Житомирський державний технологічний університет,
м. Житомир, Україна

Для визначення характеристик гравітаційного поля Землі можна побудувати авіаційну гравіметричну систему (АГС), чутливим елементом (ЧЕ) якої є гравіметр. За допомогою АГС можна здобути гравіметричну інформацію у важкодоступних районах земної кулі набагато швидше та з меншими витратами, ніж за допомогою морських або сухопутних гравіметричних засобів.

При розрахунку похибок гравіметрів АГС необхідно враховувати вплив зміни атмосферного тиску, яка може як зменшувати, так і збільшувати навантаження на ЧЕ гравіметра. Тобто, на ЧЕ діє не вся сила тяжіння G , а G' :

$$G' = mg_z \left(1 - \frac{\rho_{\text{П}}}{\rho_{\text{М}}}\right) \quad (1)$$

де $\rho_{\text{П}}$ – густина повітря; $\rho_{\text{М}}$ – густина матеріалу ЧЕ.

Сьогодні одним із найперспективніших та найточніших гравіметрів АГС є п'єзоелектричний гравіметр (ПГ). Матеріалом ЧЕ нового ПГ є ніобат літію, густина якого складає $\rho_{\text{М}} = 4640 \text{ кг/м}^3$; густина повітря – $\rho_{\text{П}} = 1.2 \text{ кг/м}^3$ за нормального атмосферного тиску (101325 Па) та температури 20°C . Підставивши ці дані у формулу (1), отримаємо:

$$G' = mg_z \left(1 - \frac{1.2}{4640}\right) = (1 - 0.00026) \cdot mg_z \quad (2)$$

Як бачимо із формули (2), сила тяжіння зменшується на 26 мГал. Дана похибка розрахована для умов роботи ПГ на низькій висоті польоту літака. Однак, зі збільшенням висоти зменшується атмосферний тиск (у середньому на 11 мм рт. ст. на кожні 100 м) та температура навколишнього середовища (на 6°C на 1 км), що викликає як зміну густини повітря, так і ніобату літію. Таке явище робить дану похибку непередбачуваною.

Існує два шляхи забезпечення стійкості ПГ до змін атмосферного тиску, перший із яких – застосування барометричної компенсації. Даний спосіб передбачає розміщення ПГ у спеціальній барокамері, яка підтримує постійний атмосферний тиск. Іншим шляхом є герметизування ПГ. Тобто, чутливий елемент ПГ та вимірювальна схема розміщуються у герметичному корпусі, виконаному із стійкого до змін атмосферного тиску матеріалу.

Ключові слова: гравіметр, атмосферний тиск, точність

УДК 620.179.143

ІНДУКТИВНИЙ ДАВАЧ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Дейнека Р. М., Мокрицький В. О.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

This work is devoted to develop of local magnetic field sensor for using it's in the instruments of ferromagnetic materials non destructive testing. The operational principle of proposed sensor is based on the non linear magnetization characteristic using. There are high sensitivity and simple design are in this sensor.

Однією з характерних властивостей конструкційних сталей є їх феромагнітні властивості, тобто здатність намагнічуватись і зосереджувати силові лінії магнітного потоку. Як відомо, ця властивість у значній мірі залежить від внутрішніх напружень і однорідності структури сталі. На основі такої залежності розроблені і успішно застосовуються електромагнітні методи неруйнівного контролю [1, 2] (магнітографічний, магнітопорошковий і т.п.), сутність яких полягає у розсіюванні магнітного потоку на внутрішніх несучільностях матеріалу і виході магнітних ліній прикладеного поля на поверхню виробу у цих місцях. Їхня відмінність полягає тільки у способах реєстрації магнітного рельєфу на поверхні контролю. Такі методи дозволяють виявити у сталевих деталях і їх зварних з'єднаннях внутрішні і підповерхневі дефекти у вигляді тріщин, раковин, пор, непроварів та ін. немагнітних включень. Крім цього електромагнітний контроль дозволяє оцінити внутрішній стан суцільного матеріалу виробів, які працюють при циклічних знакозмінних навантаженнях, шляхом вимірювання коерцитивної сили намагнічуваної ділянки. Всі вищезазвані методи передбачають виявлення факту присутності намагнічення (індукції) на вибраних ділянках контролю, що виконується такими засобами як магнітний порошок, магнітна стрічка, давачі Холла, ферозонди і т.д.

Для детектування локального магнітного поля у даній роботі запропоновано новий варіант давача для його використання у засобах неруйнівного контролю феромагнетиків. Він являє собою індуктивний елемент з обмоткою на кільцевому феритовому осерді, до якого прикріплені додаткові магнітопровідні елементи на торцевій поверхні обмотки з зазором між ними. На обмотку подається синусоїдальна напруга звукової частоти з амплітудою, при якій матеріал осердя починає входити у насичення. При внесенні давача у магнітне поле через магнітопровідні накладки зовнішній магнітний потік підмагнічує феритове осердя у зоні зазору, що приводить до його ще більшого насичення, втрати індуктивності і збільшення струму в обмотці. Для вимірювання цього струму послідовно з обмоткою вмикається низькоомний резистор, з якого знімається відповідна напруга. На створеному макеті давача проведено його експериментальне дослідження, що виявило високу чутливість запропонованого методу виявлення магнітного поля. На різних варіантах чутливого елемента зростання струму при підмагніченні становило від 4 до 8 разів порівняно з початковим значенням.

Таким чином, за рахунок використання нелінійності кривої намагнічування матеріалу осердя індуктивного елемента, отримано варіант магнітного давача, близький за чутливістю до ферозондів і при цьому набагато простіший за конструкцією з використанням недефіцитних матеріалів. Використання феритового осердя з низькою індукцією насичення потребує невеликої напруги живлення схеми, але запасу потужності генератора. Давач також може бути використаний у складі намагнічуючих пристроїв дефектоскопів для визначення біжучого значення магнітного потоку як опорного сигналу. Він нечутливий до присутності сторонніх феромагнітних об'єктів, а реагує виключно на магнітне поле. Всі експериментальні дослідження проведені в лабораторії кафедри приладів точної механіки НУ «Львівська політехніка».

Література

1. ДСТУ EN 1291-2001 Контроль неразрушающий сварных соединений. Магнитопорошковый контроль сварных соединений. Приемочные критерии.
2. ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества».

Ключові слова: давач, контроль, дефектоскоп.

УДК 681.5.013

НЕЙРОКОНТРОЛЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХУ РОБОТА

Гіряк Ю., Івахів О., Наконечний М., Репетило Т.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Здебільшого системи автоматичного керування складаються з нелінійних елементів, що суттєво обмежує використання можливостей сучасної і класичної теорії керування при побудові контролерів. Протягом останніх десятиріч при реалізації стратегій керування використовувались теорії, які базуються на ідеї лінеаризації системи, але використання методів лінійної теорії автоматичного керування не завжди спроможне забезпечити адекватність динамічних характеристик еталона та синтезованої системи керування процесом в об'єкті. Тому для ідентифікації об'єктів і керування процесами в них щоразу частіше використовують методологію нейронних мереж. За результатами експериментальних досліджень динаміки плеча (руки) робота, що рухається в одному із шести можливих напрямів встановлено, що її можна описати нелінійним рівнянням другого порядку, а саме: з вільним членом синусоїдного характеру. Створено динамічну нейронну мережу, яка повинна виконувати функції контролера з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом керування, оскільки сигнал керування враховує як поточну зміну значення регульованої величини об'єкта керування, так і її швидкість зміни, та попередній стан. Стратегія навчання нейронного контролера враховувала вибір еталона з дотриманням ряду умов, а саме: степінь диференційного рівняння повинен збігатися із степенем рівняння динаміки об'єкта керування (в даному випадку – другого порядку); значення сталих коефіцієнтів підібрано з умови забезпечення збіжності зв'язку між вхід-

ними та вихідними сигналами (передатної функції) еталона та об'єкта у статичному режимі. Початково нейронний контролер навчався за традиційним підходом, тобто з нерозділеними входами, при якому похибка регулювання та її попередні значення подаються до входу нейронного контролера. Проте порівняння вихідних сигналів еталона та об'єкта вказує на низьку ефективність системи з таким контролером. Тому було запропоновано структуру нейронного контролера з розділеними входами, у якій на один вхід подаються сигнали еталона, а на другий – похибки регулювання. В цьому випадку система з контролером з розділеними входами має кращі динамічні характеристики, ніж попередня. Відносна похибка відхилення вихідного сигналу системи від вихідного сигналу еталона в найгіршому випадку керування зменшилась з 14,3% до 7,1%.

Ключові слова: нейронний контролер, динамічний об'єкт, нейронна мережа, нелінійна система.

УДК 681.5 013

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ MEMS - АКТИВАТОРОМ

*Боднар В., Козут Р., Наконечний М., Репетило Т.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Серед мехатронних систем слід виокремити цілий клас мікромеханічних систем (MEMS), стрімкий розвиток яких (як і близьких їм наномеханічних) можна пояснити переорієнтацією світової економіки на енергоощадні технології, що пов'язано з такими екологічними викликами сьогодення як глобальне потепління. Зрозуміло, що знизити тиск на екологію можна зокрема через використання пристроїв, які при збереженні функціональності мають зменшені габарити та масу, оскільки такі пристрої споживатимуть менше енергії. Ще гостріше проблема мініатюризації та зниження енергоспоживання проявляються в космічній галузі. Адже чим менший космічний апарат, тим його дешевше доправити на орбіту Землі чи іншої планети.

Розвиток MEMS - систем пов'язаний і з проблемою керування ними. Для керування такими системами можна використати методологію нейронних мереж. Нами розроблено динамічну нейронну мережу, яка повинна виконувати функції контролера з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом керування для керування рухом руки робота [1, 2]. Такий самий контролер можна застосовувати для керування MEMS - системою. Для перевірки цієї можливості та якості такого керування можна провести моделювання в системі MatLab.

Здійснюється двоетапне моделювання, а саме:

- 1) в системі SUGAR, яка є надбудовою до пакету MatLab, моделюється активатор, тобто досліджується його реакція на прикладення різної напруги;
- 2) результати моделювання з SUGAR використовуються як навчальні послідовності для навчання нейронного контролера.

У подальшому планується отримати порівняльні результати адекватності застосування запропонованого контролера для різних MEMS - активаторів.

Література

1. Yu. Hirnyak. Control system of robot movement / Yu. Hirnyak, O. Ivakhiv, M. Nakonechnyi, T. Repetylo // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013 IEEE 7th International Conference, 12-14 sep 2013, Berlin, Germany. P.- 334 – 337.
2. Nakonechnyi M. Adaptive Control of the Robot Arm Using Neuron Controller / Orest Ivakhiv, Markiyana Nakonechnyi, Taras Repetylo // “Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application” Proceeding of the 6-th International Conference ACSN-2013, September 16-18, 2013, Lviv, Ukraine, 2013. P. 230-231.

Ключові слова: нейронний контролер, MEMS - активатор, нейронна мережа, нелінійна система.

УДК 681.783.325:531.7

ВДОСКОНАЛЕНИЙ СВІТЛОВИЙ УЗОР ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ

Вельган Р.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Системи для тривимірного (3D) сканування призначені для безконтактного сканування виробів з метою отримання їх об'ємної цифрової моделі. Вони використовуються для реалізації таких технологій, як reverse engineering і rapid prototyping, а також для контролювання виробничих процесів і геометричних характеристик виробів.

Найпоширенішими методами 3D оцифрування поверхонь є лазерне сканування і сканування з використанням структурованого світла (найчастіше - проектування світлових смужок). Об'єктом дослідження вибрано 3D-сканер, у якому сканований виріб освітлюється смугами білого світла, сформованими з використанням матриці цифрового мультимедійного проектора. У цьому сканері, на відміну від сканерів з однією лазерною смужкою (чи точкою), освітлюється одразу ділянка сканованого об'єкта, тому швидкість отримання координат поверхні є на багато вищою.

Суть проблеми в тому, що питання якості отриманих даних (щільність точок, відсутність «білих плям», розкид точок, точність) є мало вивченим. Якість результатів сканування залежить від багатьох факторів, таких як колір сканованої поверхні, рефлективні властивості матеріалу, з якого зроблена поверхня, геометрія поверхні (кривизна, кути нахилу відносно компонентів сенсора), навіколишнє освітлення, роздільна здатність сканера, правильний вибір сканованих сегментів і т. д. Для однозначного ідентифікування зображень смужок використовується множина світлових узорів, які послідовно проектуються на об'єкт. Якщо ж протягом проектування серії узорів об'єкт (чи сканер) дещо зміститься чи зазнаватиме вібрацій, то визначені координати поверхні будуть спотвореними. Тому актуальними завданнями є вдосконалення методів отримання

мання даних для зменшення впливу довкілля зі створенням на наступному етапі системи, здатної автоматично підлаштовувалась до умов навколишнього освітлення та рефлексивних властивостей аналізованої поверхні, а тривалісті Метою роботи є підвищення якості отриманих даних у системі тривимірного сканування поверхні деталей за допомогою смужкового проектування на основі методу триангулювання зображень. Принцип дії 3D-сканера з освітленням смужками полягає в тому, що об'єкт освітлюється узором - смужками світла. Цифрова камера "бачить" ці смужки під певним кутом до напрямку проектування. Тому ці смужки виглядають "деформованими" відповідно до рельєфу освітленої поверхні. Звичайно у системах 3D-сканування з освітленням смужками використовується комбінування серії світлових смужок, що відповідають коду Грея, у якій кожен узор відповідає певному двійковому розряду коду, і синусомодульованих узорів із фазовими зсувами (для «освітлення» цілого періоду узору). Кодом Грея досягається роздільна здатність, що відповідає ширині найвужчої смуги (найменший розряд коду), а синусомодульовані узори уможливають субпіксельну роздільну здатність.

Ідея вдосконалення способу кодування полягає у використанні комплексного узору. Основою для комплексного узору є звичний код Грея. Проте замість світлих смуг сталої інтенсивності пропонується використати синусомодульовані узори. Цим досягається подвійний вииграш у часі — не потрібно проектувати спочатку серію узорів коду Грея, а потім серію синусомодульованих узорів із фазовими зсувами. Крім цього ці «світлі» смуги зроблено частотно-модульованими - в реалізованій програмі старшому розряду коду Грея відповідають смуги з більшим періодом, а молодшому - з меншим. Це дає змогу виявляти і ідентифікувати смужки та визначати геометричні координати не за інтенсивністю (яка спотворюється внаслідок варіацій коефіцієнта дифузійного відбивання, зміни кольору поверхні чи ін.), а за частотою. Необхідною умовою залишається те, що контраст і інтенсивність смужок мусять бути достатніми для їх розрізнення. Таким чином зменшується залежність результатів визначення координат від відбивних властивостей об'єкта.

Наступним кроком є підсумовування узорів для розрядів коду Грея в одне комплексне зображення. З використання спеціально розробленої процедури демодуляції зі знімка комплексного зображення отримуються 3D координати поверхні сканованого об'єкта. Якщо, наприклад, попередньо використовувався десятирозрядний код Грея і, відповідно, десять світлових узорів, то при використанні комплексного узору тривалість сканування зменшується в десять разів. Це вдосконалення відкриває нові можливості для сканування рухомих об'єктів і при його використанні зменшується вплив вібрацій.

Ключові слова: 3D-сканування, код Грея, геометрія поверхні.

ПАРАМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОКООРДИНАТНОГО ШАРНІРНО-ВАЖІЛЬНОГО МАНІПУЛЯТОРА

Ключковський С. М., Пуцяк С. І.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Розробка та дослідження особливо компактних у складеному стані схем маніпуляторів – актуальне завдання як для мобільного, так і для стаціонарного устаткування. Властивістю вигину руки з одночасним розворотом вихідної ланки по напрямку до цілі, що забезпечує максимальну робочу зону, володіє двокоординатний маніпулятор, який являє собою просторовий багатоланковий важільний механізм з паралельною структурою [1].

Метою роботи є дослідження впливу зміни відносних геометричних параметрів механізму на площу робочої зони.

Дослідження проводились для «одиночного» механізму [2], геометричні параметри якого виражені через довжину «основного» важеля, яку прийнято у якості модуля виміру довжин, що дорівнює одиниці. Решта лінійних розмірів виражені безрозмірними геометричними параметрами подібності.

Геометричні параметри механізму прийняті з конструктивних міркувань після моделювання різних варіантів компонувань. У якості досліджуваної прийнята конфігурація, яка забезпечує максимальну компактність у складеному стані, прийнятні кути тиску в кінематичних парах на всьому діапазоні переміщень, максимальну площу робочої зони. Ця конфігурація визначена множиною дев'яти геометричних параметрів подібності. Дослідження полягає у:

- Визначенні діапазону зміни кожного параметру, який обумовлюється межами існування механізму або конструктивною доцільністю;
- Розбивці зазначеного діапазону на кілька значень з рівним кроком та побудові геометрично подібних 3-D моделей механізму для кожного значення параметру;
- Кінематичному дослідженні механізму, результатом якої є траєкторія точки вихідної ланки, що переміщується по контуру робочої зони (при цьому один з двох двигунів маніпулятора перебуває в крайньому положенні);
- Визначенні площ отриманих фігур, виражених у безрозмірних коефіцієнтах, та коефіцієнтів впливу кожного параметру на площу робочої зони.

Дослідження проводились в програмі SolidWorks Motion. Результати, представлені у вигляді графіків залежностей відносних площ робочої зони від значень біжучих геометричних параметрів механізму і таблиці коефіцієнтів впливу геометричних параметрів, дозволяють оцінити ступінь впливу кожного параметру на площу робочої зони.

Література

1. Ключковський С.М. Підйомник // Патент України №102461. 2013. Бюл. №13.
2. Тир К.В. Механика полиграфических автоматов. Москва: Книга, 1965, 496 с.

Ключові слова: 3D модель, маніпулятор.
УДК 681.2.089

ТОЧНОСТЬ ФИКСАЦИИ ПОВОРОТНО-АРРЕТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Никитин А. К.

*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Решение многих задач, возникающих при создании современного навигационного оборудования, связано с реализацией механических устройств, обладающих повышенной точностью и надежностью. Одним из таких устройств является поворотно-арретирующее устройство (ПАУ), предназначенное для установки, реверсирования и фиксации в требуемом положении блока чувствительных элементов (БЧЭ), используемых в навигационных системах. Особенно широкое применение ПАУ находят в бесплатформенных инерциальных навигационных системах. Одним из основных требований, предъявляемых к ПАУ является обеспечение в течении всего срока эксплуатации данного устройства точной фиксации БЧЭ. Отклонение зафиксированного БЧЭ от требуемого положения (или иначе, погрешность фиксации) не должна превышать максимально допустимых отклонений, величина которых определяется исходя из общих требований, предъявляемых к навигационной системе.

При решении вопросов, связанных с разработкой узлов ПАУ, определяющих точность фиксации БЧЭ, возникает необходимость проведения экспериментальных исследований. Целью экспериментальных исследований может выступать разработка рекомендаций по обеспечению высокой точности фиксации БЧЭ, учитывающей специфику работы ПАУ а также влияние основных конструктивных и режимных параметров на величину погрешности фиксации.

Учитывая сказанное выше, на кафедре Приборостроения была выполнена работа по реальному экспериментальному исследованию фиксирующего узла ПАУ. Непосредственное измерение фиксированных углов поворота БЧЭ – погрешностей фиксации БЧЭ осуществлялось при помощи автоколлиматора типа АКТ- 400 с ценой деления две угловые секунды. Отдельные результаты данной работы приведены в настоящих тезисах:

1. Основным фактором, определяющим величину погрешности фиксации, является жесткость плоской фасонной пружины и статические моменты сопротивления, обусловленные трением между подвижными и не подвижными элементами ПАУ.

2. При длительной эксплуатации ПАУ максимальная ширина зоны рассеивания погрешностей фиксации БЧЭ составила две угловые минуты.

3. Максимальные угловые отклонения БЧЭ при реализации следующего теплового режима - нагрев ПАУ до температуры 80 градусов Цельсия и последующего его охлаждения до нормальной температуры, лежали в диапазоне шириной двадцать семь угловых минут.

Ключевые слова: поворотно-арретирующее устройство, фиксация.

УДК 681.2.083

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КООРДИНАТНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Литвиненко П. Л.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Існують різні підходи до визначення геометричних параметрів об'єктів при проведенні координатних вимірювань. Один з найбільш уживаних є принцип побудови програм для розрахунку цих параметрів заснований на розділенні форми будь-якої деталі на кілька елементарних форм і складанні алгоритму (програми) для розрахунку розмірів цих найпростіших елементів. Такі програми не пов'язані з конкретними розмірами вимірюваної поверхні, а тільки залежать від параметрів, які необхідно визначити.

Розрахунок геометричних параметрів базується на визначенні значень, при яких розраховуваний, так званий приєднуваний елемент, максимально наближається (за заданим критерієм) до фактичної поверхні представлені точками вимірювання.

Для побудови приєднаних елементів з множини вимірних точок поверхні використовують різні методи апроксимації.

Завдання отримання приєднаних елементів визначається як мінімізація деякої функції Y . Для цього використовують різні критерії. Найбільш вживаними є мінімізація максимального відхилення та мінімізація повної суми квадратів а також побудова середніх, прилягаючих, мінімакських поверхонь і т. інше.

При розгляді реальних вимірюваних поверхонь за способом розрахунку їх параметрів можна виділити два основні класи: геометричні елементи (ГЕ) і складні поверхні (СП).

Методи чисельного рішення при розрахунку ГЕ зводяться до вирішення систем лінійних рівнянь. Канонічні рівняння розрахунку ГЕ показують, що дійсно лійними є тільки рівняння площини і прямої, а інші ГЕ описуються рівняннями другого порядку. Однак різними способами вони можуть бути приведені до лінійного вигляду, причому результати рішення часто мають сенс тільки для певної області.

Координатні вимірювання СП зводяться до визначення відхилень значень координат заданих точок вимірювання на поверхні.

Відхилення визначається як вектор відстані по нормалі, від заданої точки (точки номінального положення поверхні) до точки перетину нормалі проведеної із заданої точки з перпендикуляром на нормаль, опущеним із точки p_i , що виміряна на фактичній поверхні. Відстань між нормаллю і точкою p_i використовується в якості критерію дотримання умови вимірювання в обмеженій зоні вимірюваної точки.

Ключові слова: координатні вимірювання, методи апроксимації, приєднаний елемент.

УДК 519.683.8

КОМПОЗИЦІЙНІ ЗАСАДИ ПРОГРАМІСТСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Горєлов А. В., Редько І. В., Яганов П. О.

*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Технологія програмістської діяльності набуває особливого значення при створенні складних інтелектуальних систем управління, оскільки можлива втрата інформації відносно сукупності способів переробки даних і процесів, що супроводжують ці види робіт, є економічно витратною. Ця втрата виникає внаслідок відсутності інструментів збереження інформаційних та інтелектуальних інвестицій в методах створення програмного продукту. Тому актуальною є задача розробки технологічних засад програмістської діяльності, яка підтримує процеси генезису програм, які експлікуються у вигляді деяких класів композицій, спрямованих на реалізацію відкрито-замкнутих систем.

У роботі представлено метод вирішення проблеми повноти у примітивних програмних алгебрах (ППА), які складають основу стандартних структур управління більшості сучасних мов програмування.

Метод реалізовано послідовністю взаємообумовлених процедур, сформульованих у вигляді доведених теорем. Він дозволяє утворювати повні системи ППА злічених множин частково-рекурсивних функцій та частково-рекурсивних предикатів.

Розглянуто репрезентативний приклад, який ілюструє ефективність і дієвість методу на множині пар натуральних чисел.

Представлена послідовність процедур створення повної системи $\langle N_1, N_2, \sigma_{N_1}, \sigma_{N_2}, \psi, \chi \rangle$ як множини функцій парного аргументу N_1, N_2 , породжуючих множин ППА $\sigma_{N_1}, \sigma_{N_2}$ та функцій ψ і χ , які можуть бути створені з функцій множини σ_{N_2} кінцевим застосуванням операцій ППА.

Застосування пар натуральних чисел знаходить своє відображення у класах задач на площині (використання пари чисел як координат у двовимірному просторі), а також для зв'язування двох величин між собою (час виміру та покази датчика). Крім того, застосовуючи представлений метод, можна досить просто перейти від пар натуральних чисел до пар більш репрезентативних носіїв для поставлених задач.

Ключові слова: технологія програмування, збереження інформаційних інвестицій, композиція, відкрито-замкнуті системи, повнота систем.

УДК 004.4'244

ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Горєлов А. В., Редько І. В., Яганов П. О.

*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Створення програмного продукту є таким же звичним видом людської діяльності, як і будь-яка інша, де створюється додана вартість. Ця галузь є відносно молодого, оскільки пов'язана безпосередньо з комп'ютерними технологіями. Хоча опанування технологією передбачає отримання кінцевого продукту, якість якого не залежить від випадковості, до створення програмного продукту це має відношення лише з певними застереженнями. Якісний програмний продукт схожий на витвір мистецтва. Секрети програмування відомі тільки виконавцю, якість оцінюють за кінцевим результатом, а програма, спрямована на вирішення конкретної задачі, має всі ознаки унікальності. Модифікація програмного продукту дуже часто неможлива без безпосередньої участі її творця, оскільки недоступні коди окремих підпрограм.

Існує певне протиріччя у технології програмування. З одного боку, програма, як і будь-який технологічний продукт, повинна відтворювати сукупність способів переробки інформації та процесів, що супроводжують ці види робіт, з іншого боку її реалізація занадто особистісна і оцінюється лише за кінцевим результатом.

У роботі розглянуто технологічні засади програмістської діяльності на основі дослідження сукупності функціональних композицій як засобів створення сучасних відкрито-замкнених систем. Програмний продукт представлено як результат програмування без втрати інформації про основні етапи програмування. Досліджено побудову форм представлення програм, семантику програм, взаємозв'язки між програмістською задачею і самою програмою.

На прикладі реалізації інтелектуальної системи «Розумний дім» показана ефективність нових методів створення програмного продукту без втрати інформаційних інвестицій.

Використана технологія композиційного програмування деякими базисними функціями, за допомогою яких забезпечують рішення задачі шляхом вирішення сукупності підзадач. Досягнуто позитивного результату, який є об'єктивним підтвердженням ефективності запропонованої технології.

Ключові слова: технологія програмування, композиція, декомпозиція, базисні функції, інтелектуальна система «Розумний дім».

УДК 681.121

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПЛІВКОВИЙ ВИТРАТОМІР З ПІДВИЩЕНИМИ МЕТРОЛОГІЧНИМИ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*Теплюх З. М., Парнета О. З., Ділай І. В., Пивовар І.-Р. А.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Для вимірювання малих і мікровитрат газів в лабораторній практиці (зокрема, в газоаналітичній техніці) застосовують плівковий витратомір (ПВ) самостійного виготовлення. Проте таке виконання ПВ (наприклад, використання міток шкали хімічної бюретки як мірної трубки, ручного секундоміра і гумового балону з водним розчином мила) не забезпечує достатньої точності вимірювання (похибка, як правило, більша кількох %) і задовільних експлуатаційних характеристик. В той же час потенційні можливості плівкового методу є доволі високими, що уможлиблює побудову ПВ з граничною похибкою на рівні 0,1 %. Для реалізації цих можливостей усі елементи і системи ПВ, а також методики градуювання і вимірювання повинні відповідати сучасному рівню техніки, досліджуваному середовищу та інтервалу вимірювання витрати. Зокрема на основі аналізу похибок вимірювання витрати у ПВ застосовано оптимальні конструкції та системи мірних трубок; плівкоутворюючих рідин, пристроїв генерування, руйнування і відведення плівок; стабілізування термодинамічних параметрів газу; автоматичного вимірювання часу набирання каліброваної дози газу, побудована на основі оптоелектронних пар тощо.

З метою автоматизації вимірювань, узгодженої взаємодії всіх елементів ПВ та забезпечення автоматичного відліку заданого способу представлення витрати мікропроцесорна система керування роботою приладу реалізує такі основні функції: готування системи до виконання вимірювань; запуск генератора плівки; фіксування моментів переміщення рідинної плівки через фіксовані відмітки; визначення проміжку часу проходження плівки між двома фіксованими відмітками мірної трубки; опитування з необхідною частотою давачів температури і тиску газового потоку; розрахунок витрати (об'ємної, масової); індикація результатів вимірювання. На сьогодні для побудови такої системи є доцільним застосування RISC-мікроконтролера, зокрема, із найбільш поширених, які проодують фірми Microchip, Atmel та інші.

Розроблена мікропроцесорна система керування ПВ дає можливість узгодити роботу всіх його складових, що забезпечує оптимальний режим роботи приладу в цілому і автоматичного визначення потрібного виду витрати газу. Окрім того, розроблена система достатньо просто інтегрується з ПК і уможлиблює представлення необхідної для користувача інформації у цифровій формі.

Ключові слова: плівковий витратомір, малі витрати газу, мікропроцесорна система керування.

УДК 528.563

АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ ПОХИБОК ВІБРАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА

Литвиненко П. Л., Нечай С. О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Дослідженню статичних похибок підлягає гравіметр із динамічним настроюванням конструктивно побудований по типу роторного вібраційного гіроскопа. Зміщення центру мас ротора у радіальному напрямку відносно осі його обертання робить гіроскоп чутливим до лінійних прискорень.

Дослідження математичної моделі гравіметра дозволяє зокрема зробити оцінку його статичних та динамічних похибок і визначити ті параметри, які мають найбільш суттєвий вплив.

Аналіз був проведений на математичній моделі, яка отримана з використанням відомої у теорії гіроскопів методики на основі теореми про зміну моменту кількості руху системи.

Розгляд рівняння руху в усталеному режимі дає змогу зробити наступні висновки у визначеному діапазоні змін вимірюваного прискорення, та параметрів гравіметра: маятниковості, кутової швидкості обертання ротора, кута відхилення ротора та інші.

Величина методичної похибки від перехресних кутових прискорень у прийнятному діапазоні склала близько одного відсотка. Зменшення її можливе за рахунок збільшення коефіцієнта передачі гравіметра при зменшенні маятниковості. Можливо також усунути її шляхом осереднення за проміжок часу який є кратним до періоду обертання ротора. Крім того ця похибка змінюється відносно корисного сигналу з частотою обертання ротора і може бути відфільтрована апаратними засобами.

Відносна похибка від дії кутових рухів гравіметра у обраному діапазоні склала пів відсотка. Її зменшення можливе за рахунок збільшення передавального коефіцієнта та зменшення кінетичного моменту ротора. Як і у попередньому випадку дієвою буде фільтрація вихідного сигналу.

Розрахунок похибок від дії кутових прискорень показує, що їх величина значно менша від розглянутих раніше. Подальше їх зменшення можливе за рахунок збільшення передавального коефіцієнту, а також за рахунок зменшення радіальних та осьового моментів інерції ротора та, як і у попередніх випадках, фільтрацією вихідного сигналу гравіметра.

Інструментальні похибки гравіметра визначаються непостійністю передавального коефіцієнту вимірювального тракту швидкості обертання ротора, неідеальністю пружного підвісу, неточностями виконання елементів конструкції і т. інше. Оцінка цих похибок вказує на те, що їх величина залежить безпосередньо від точності та якості виготовлення елементів конструкції гравіметра та підтримання відповідних параметрів вимірювального тракту у заданих межах.

Ключові слова: гравіметр, похибки, розрахунок, аналіз.

УДК 621.317

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНОГО РЕЕСТРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Киричук Ю. В.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Мета дослідження: розробки методу експериментальних досліджень автоматичної гоніометричної системи; створити нову програму обробки результатів експерименту, яка дозволить автоматизувати процес обчислень, полегшить обробку результатів та дозволить одночасно документувати процес вимірювань.

У результаті досліджень отримано наступні результати:

1. Розроблена методика проведення експериментальних досліджень автоматичної гоніометричної системи ГСІЛ.
2. Результати, одержані при дослідженні похибки гоніометра підтверджують високу точність (до 0,3") та достовірність результатів вимірювань.
3. Систематична похибка гоніометра не виходить за допустимі межі, не перевищує 0,3".
4. Точність та достовірність результатів вимірювань може бути підвищена завдяки збільшенню кількості прийомів.
5. Результати, одержані при дослідженні масштабного коефіцієнта кільцевого лазера, свідчать про наявність дрейфу масштабного коефіцієнта, тобто його постійних змін в процесі вимірювань.
6. Дрейф масштабного коефіцієнта оказує негативний вплив на результати вимірювань, зменшуючи їх достовірність.
7. Стрибок масштабного коефіцієнта, що спостерігається між 43 та 44 прийомами, обумовлений змінами параметрів кільцевого лазера.
8. Розроблена нова програма обробки результатів експерименту, яка дозволила автоматизувати процес обчислень похибки, тобто відхилення від еталонного значення, максимального значення похибки, середнього квадратичного відхилення. Створення програми суттєво полегшило обробку результатів експерименту, скоротило час, потрібний для цього.

Ключові слова: гоніометр, лазер.

УДК 621.317

ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КІЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРА

Киричук Ю. В.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Одним з перспективних напрямків застосування газових кільцевих лазерів є

кутовимірювальні засоби. Вимоги до кільцевих лазерів, що застосовуються у кутовимірювальних приладах, багато в чому відрізняються від вимог, які висуваються до кільцевих лазерів, що використовуються у навігації.

Описується кільцевий лазер, розроблений для застосування у високоточних кутовимірювальних приладах. Наводяться основні технічні характеристики. Методи прискорених випробувань для визначення терміну зберігання недосконалі. Тому найбільш достовірними залишаються випробування протягом реального терміну зберігання. Експлуатація лазерів протягом 20 років у складі кутовимірювальних приладів показала їх високу стабільність. З використанням розробленого кільцевого лазера можуть бути створені кутовимірювальні засоби, точність яких перевищує точність існуючих Національних еталонів плоского кута.

Термін зберігання кільцевого лазера визначається газовиділенням і газопоглинанням геттерів, матеріалу моноблоку, катоду, анодів, ступенем очищення полостей, наявністю мікротріщин і т.д.

Робота кільцевого лазера визначається якістю дзеркал і їх стабільністю, стабільністю параметрів п'єзоперетворювача, змішувальної оптики, фотоприймачів та інш. При його виготовленні необхідно прогнозувати роботу елементів конструкції (дзеркал, катоду, геттерів і т.д.), а також конструкції в цілому. Існує кілька методів прискорених випробувань (наприклад, радіаційний, термоциклічний), які дають певне уявлення про роботу лазера протягом терміну зберігання. Однак ці методи мають невисоку ступінь достовірності. Найбільш надійними є випробування при природному ході часу.

Додаткові теоретичні і експериментальні дослідження показали, що за допомогою розглянутого кільцевого лазера, який відрізняється простотою конструкцією і невисокою вартістю, можуть бути побудовані гоніометри, які точно перевищують точність існуючих Національних еталонів плоского кута.

Подальше підвищення точності вимірювання кутів за допомогою розглянутого кільцевого лазера може бути досягнуте перш за все за рахунок покращення параметрів підсистем кутовимірювального приладу, а також за рахунок застосування більш досконалих електронних схем стабілізації периметра і потужності випромінювання і відповідної обробки інформації з урахуванням оцінки дрейфу масштабного коефіцієнта кільцевого лазера.

Ключові слова: кутовимірювальний засіб, лазер.

УДК 681.5.073

ПЬЕЗОЕЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Дубинец В. И., Шевчук П. Т.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Современный прибор - это датчик плюс микрокомпьютер, что переводит его в разряд интеллектуальных. В диагностике машин часто пользуются изме-

рениями віброускорення, поскольку дефект определяется колебательной силой, действующей в зоне дефекта, а сила связана линейно с колебательным ускорением. Для измерения вибрации, как правило, используются датчики виброускорення, работающие на пьезоэффекте (пьезоакселерометры). В таких датчиках электрический заряд на выходе пропорционален действующей на датчик силе. Лишь в ряде стационарных систем контроля вибрации крупных машин с подшипниками скольжения используются датчики колебательного смещения, встраиваемые в подшипник (по два датчика на подшипник). Эти датчики позволяют измерять траекторию движения центра вала в подшипниках (его орбиту) и, тем самым, непосредственно определять величину износа вкладышей.

Пьезоэлектрический акселерометр ВД-30 30 (ООО НПФ «Промвитех») со встроенным усилителем сигнала предназначен для восприятия и преобразования в электрический сигнал виброускорення механических колебаний по одной составляющей колебаний - горизонтальной (поперечной, осевой) или вертикальной в зависимости от места установки датчика на объекте контроля.

Проблемой для большинства пьезоакселерометров является влияние температуры окружающей среды и объекта в месте установки акселерометра, что вызывает появления дополнительных погрешностей. Оптимальным решением задачи компенсации влияния температуры является введение в схему дополнительного инвертирующего операционного усилителя с термодатчиком и регулируемыми элементами, конфигурация включения которых определяется значением компенсируемой температурной погрешности.

Ключевые слова: пьезоэлектрический акселерометр, ВД-30, вибрация, виброускорение.

УДК 62-523.8

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРЕХРОТОРНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Дубинец В. И., Томащук В. А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Трехроторный беспилотный летательный аппарат, по сравнению с другими мультикоптерами, имеет преимущества в энергопотреблении, динамике, ценовой политике и пр., но по причине нечетного количества винтов, в нем возникает нежелательный внешний крутящий момент. Его устранение осуществляется с помощью дополнительного сервопривода и механизма, наклоняющего хвостовой винт, создавая при этом вектор тяги под определенным углом, компенсирующий внешний крутящий момент.

Основная сложность заключается в создании и исследовании математической модели движения аппарата, которая позволила бы управлять и стабилизировать аппарат в воздухе, сэкономив при этом ресурсы микроконтроллера. С

целью исследования влияния конструктивных факторов на параметры аппарата рассматривается следующая математическая модель.

Уравнения поступательного движения аппарата имеет вид:

$$\begin{aligned}\dot{V}_x &= \omega_z \cdot V_y - \omega_y \cdot V_z - g \cdot \sin \theta + F_x^B / m; \\ \dot{V}_y &= -\omega_z \cdot V_x + \omega_x \cdot V_z + g \cdot \sin \phi \cdot \cos \theta + F_y^B / m; \\ \dot{V}_z &= \omega_y \cdot V_x - \omega_x \cdot V_y + g \cdot \cos \phi \cdot \cos \theta + F_z^B / m,\end{aligned}$$

где V_x, V_y, V_z - поступательная скорость аппарата; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ - скорость вращения аппарата; F_x^B, F_y^B, F_z^B - тяга аппарата в локальной системе координат; g - ускорение свободного падения; θ, ϕ - углы наклона аппарата; m - масса аппарата.

При этом локальный вектор тяги равен:

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x^B \\ F_y^B \\ F_z^B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -F_1 \cdot \sin \alpha \\ -F_2 - F_3 - F_1 \cdot \cos \alpha \end{pmatrix},$$

где F_1, F_2, F_3 - тяга, создаваемая винтами; l_1, l_2, l_3 - проекции длин плеч; τ_1, τ_2, τ_3 - крутящие моменты винтов; α - угол наклона хвостового двигателя.

Так же в работе рассматриваются методы измерения входного и методы генерации выходного ШИМ сигналов на примере АТМега64А, а так же рассматривается анализ и обработка выходных данных датчиков положения для составления алгоритмов стабилизации аппарата.

Ключевые слова: мультикоптер, математическая модель, ШИМ сигнал, датчик положения.

УДК 681.51

ПОЄДНАННЯ В ОДНІЙ ВИМІРЮВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ПЕРЕВАГ ІНТЕРФЕЙСІВ SPI та I²C

Андрєєва О. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Розробку сучасної вимірювальної системи доцільно починати з пошуку готових рішень, які в достатній мірі пропонують відомі на електронному ринку фірми-розробники. Наприклад, вже існує велика кількість цікавих функціонально завершених периферійних пристроїв з інтерфейсом I²C фірми Microchip. Це, насамперед, різноманітні датчики, годинники, індикаторні пристрої, АЦП, ЦАП, ПЗП та інші. Їх застосування у вимірювальних системах, що проектуються, може значно скоротити не тільки термін розробки, але й забезпечити надійність функціонування при збереженні коштів на розробку в цілому.

Основна перевага інтерфейсу I²C – це можливість одночасного підключення декількох пристроїв за допомогою лише двох основних ліній зв'язку. Ця перевага значно зменшує довжину ліній сполучення і збільшує надійність роботи пристроїв у системах з розвинутою периферією. В свою чергу інтерфейс SPI, що має ряд беззаперечних переваг, використовує на відміну від I²C чотири основні сигнальні лінії зв'язку.

Завдяки використанню мікросхеми С32120 фірми Silicon Laboratories, можна поєднати переваги двох інтерфейсів, тобто пристроям інтерфейсу SPI надати можливість надійно функціонувати разом з пристроями інтерфейсу I²C в одній системі.

Для посилання та прийому даних по інтерфейсу I²C використовуються посилки інструкції CP2120 інтерфейсу SPI. Мініатюрна мікросхема розміром 4x4 мм бере на себе завдання арбітражу, адресування та синхронізації роботи по інтерфейсу I²C.

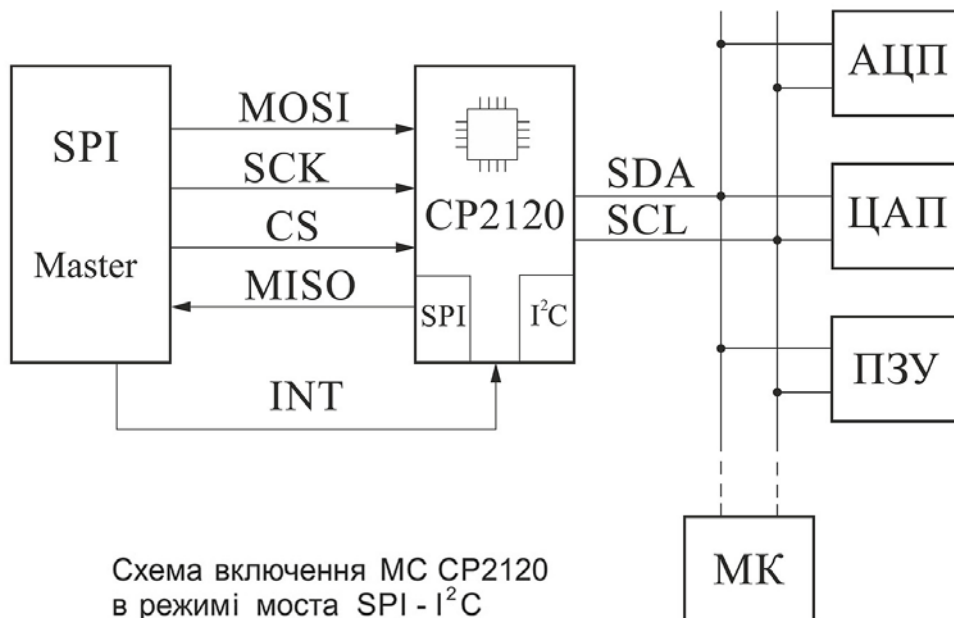


Схема включення МС CP2120 в режимі моста SPI - I²C

К пристроям з інтерфейсом SPI за допомогою так званої мікросхеми-моста CP 2120, окрім периферійних пристроїв, можна також підключати і додатковий мікроконтроллер.

У цьому випадку мікроконтроллер з інтерфейсом I²C повинен функціонувати у режимі підлеглого пристрою I²C – Slave. Формат посилання команд для мікросхеми CP2120 по інтерфейсу SPI має три байти (сама команда, адреса та дані для запису, причому третій байт не завжди є інформативним). Мікросхема CP2120 функціонує на частоті до 1 Мгц. Обмін даними по I²C перебуває на частотах до 400 Кгц.

Підтримуються повнофункціональні режими I²C Master transmit та Master receive. Буфери даних прийому та передавання - ємністю 255 байт. Потреби у зовнішньому генераторі немає (є внутрішній). Переривання забезпечується активним низьким рівнем сигналу. Можна використовувати вісім конфігурованих лі-

ній I/O загального призначення. Лінії порту вводу/виводу сумісні з 5-вольтовою логікою. Режим роботи мікросхеми CP2120 визначається станом її внутрішніх регістрів, які доступні керуючому пристрою завдяки інтерфейсу SPI.

Ключові слова: мікросхеми, інтерфейси.

УДК 621.317

ПЕРСПЕКТИВНА ПАМ'ЯТЬ ДЛЯ ПРИСТРОЇВ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» ТА ОХОРОННИХ СИСТЕМ

Андрєєва О. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

На сьогодні ринок пам'яті вмонтованих систем забезпечують в основному такі технології, як Flash, EEPROM, DRAM, SRAM. Кожна з них займає свою нішу довгострокової або короткострокової пам'яті. Є певні успіхи у створенні універсальної пам'яті, тобто пам'яті, що поєднує в собі переваги двох видів (наприклад, пам'ять FRAM). Популярна сьогодні Flash - пам'ять, яка з'явилась приблизно 20 років тому, була націлена на широке розповсюдження та заміну пам'яті EPROM/ EEPROM. В цьому напрямку Flash-пам'ять вже виправдала своє призначення, не зважаючи на деякі недоліки її використання.

В останнє десятиріччя активно посилюються пошуки рішень, здатних у подальшому відібрати у модній Flash-пам'яті пальму першості.

Сьогодні на електронний ринок пам'яті, котрий ще декілька років тому вважався чітко сформованим, досить впевнено виходить нова магніторезистивна пам'ять MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory), яка має складну історію розвитку. Наприклад, Росія намагалась використовувати її в аерокосмічних та військових розробках. Однак всі спроби створити серійну продукцію виявилися марними.

Світові лідери з комп'ютерних технологій (такі, як Motorola, IBM, Toshiba, Hitachi) також намагались протягом десятиріччя створити новий продукт універсальної пам'яті. Однак на сьогодні лише один виробник напівпровідників у світі пропонує завершений варіант MRAM. Це дочірня компанія Freescale Semiconductor, яка у липні 2006 року запропонувала світу перший готовий комерційний продукт, а саме автономний модуль MR2A16A ємністю 4 мегабіта. Свої розробки компанія захистила більш як 100 патентами і стала лідером у цьому напрямку. Сьогодні можна вважати, що MRAM- це новий виток еволюційного розвитку пам'яті, тобто технології, що використовує магнітні моменти для збереження стану бітів замість електричних зарядів. В наступні роки MRAM, завдяки постійному удосконаленню буде поступово замінити собою більшість існуючих різновидів пам'яті, оскільки поєднує у собі всі основні переваги постійної та оперативної пам'яті. Швидкість зчитування/ запису поступово буде

досягати бажаних значень часток наносекунд. На ринок вийдуть недорогі MRAM ємністю у сотні мегабіт в дуже компактних корпусах.

В охоронних системах MRAM можна ефективно використовувати, наприклад під час шифрування. Параметри шифрування миттєво записуються у пам'ять для надійного збереження доки система перебуває у стані сну або вимкнена. Крім того, MRAM дозволяє замінити ОЗП з резервним батарейним живленням, а також зберігати початкові установки. Завдяки MRAM можна забезпечити енергонезалежні буфери збереження оперативної інформації у серверах та RAID-масивах.

Щодо реалізації функцій «розумного будинку», то завдяки MRAM можна удосконалити, наприклад, охоронно - пожежні системи (журнали подій тощо), а також систему з лічильниками та витратомірами (тепла, води та іншого). Використання MRAM дозволяє збільшити оперативний простір в комунікаційних додатках та додатках, що потребують постійного звернення до оперативних даних.

Можна стверджувати, що використання нової пам'яті магніторезистивної MRAM в охоронних системах та пристроях «розумного будинку» буде доцільним не менш, як у 80% випадків.

Ключові слова: технології пам'яті, MRAM, охоронні системи.

УДК 681.26:389.1

МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

¹⁾Зайцев В. Н., ²⁾Синегуб П. С.

¹⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина, ²⁾ООО «ЗЕМИК» -представитель «ZEMIC USA inc.» в странах СНГ, г.Киев, Украина

Период последних пяти лет характеризуется качественным скачком в практике создания цифровых весоизмерительных систем – широким применением интеллектуальной датчиковой аппаратуры. В первую очередь это касается интегрирования в конструкцию каждого первичного измерительного преобразователя аналого-цифровых и процессорных элементов, что позволяет реализовать часть весовых функций на уровне датчика и организовать передачу цифрового сигнала о воспринимаемой нагрузке по стандартным интерфейсам для обработки на уровне весоизмерительной системы. При этом необходимо различать датчики с модуляцией измерительного сигнала, в том числе аналого-цифровой, и интеллектуальные датчики с процессорными элементами. Особенность заключается в темпах увеличения количества применяемых типов-размеров так называемых «цифровых весоизмерительных датчиков - digital load cell» и количества выпущенных на рынок новых весоизмерительных систем построенных на их основе. Анализ доступной информации о количествах продаж четырех ведущих мировых производителей датчиковой аппаратуры (HBM, ZEMIC USA inc, Mettler-Toledo, Vishay PG) объемы продаж

цифровых датчиков за рассматриваемый период в стоимостном выражении выросли в 3-10 раз.

В связи с появлением дополнительных процессорных элементов в различных местах структурной схемы преобразования – в датчике, в интеллектуальной соединительной коробке расположенной в месте измерения, в процессорном блоке, на компьютерной РС платформе, которые входят в состав весоизмерительной системы, появляется принципиальная возможность выполнения основных функций (нормирование, суммирование и фильтрацию сигналов датчиков, калибровку всей весоизмерительной системы, визуализацию полученных результатов измерения) в различных компонентах мультипроцессорной системы. Таким образом, появляется ряд новых структурных схем построения весоизмерительных систем, требующих уточнения их классификации.

В докладе рассмотрены схемы построения весоизмерительных систем проклассифицированные по назначению (А) и компонентам в которых производится процессорная обработка сигналов (Б). А1– для измерение только общей массы объекта; А2– для определение не только общей массы , но и измерение параметров распределение массы по объему объекта: А21- для определения распределение нагрузки на опоры взвешиваемого объекта; А22- для определение проекции центра масс объекта на одну из плоскостей заданной системы координат; А23- Определение тензора инерции объектов в заданной пространственной системе координат. Б1 - Компоненты в которых выполняется цифровое преобразование сигналов датчиков; Б2 - Компоненты в которых выполняется суммирование сигналов датчиков (для многодатчиковых систем); Б3 – Компоненты в которых выполняется операция калибровки весоизмерительной системы; Б4 – Компоненты в которых выполняется визуализация измерительной информации.

Ключевые слова: мультипроцессорные весоизмерительные системы, цифровые весоизмерительные датчики.

УДК 681.26:389.1

ЭФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДАТЧИКОВ В ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

¹⁾Синегуб П. С., ²⁾Зайцев В. Н.

¹⁾ООО «ЗЕМИК» -представитель «ZEMIC USA inc.» в странах СНГ, г.Київ, Україна,

²⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», г.Київ, Україна

Рассматриваются сравнительные характеристики цифровых систем измерения общей массы объекта, определения распределения общей массы на опоры объекта и определения проекции центра масс объекта на выбранную плоскость координат, построенных с применением аналоговых и цифровых

датчиков нагрузки (digital load cell). Рассмотрены все возможные схемы построения измерительных систем при вариации на разных уровнях следующих факторов: компонентов процессорной обработки сигналов датчиков, с целью реализации системных функций – (датчик, интеллектуальная коммуникационная коробка, цифровой прибор или коммутатор, контроллерная платформа); системные функции (нормирование, суммирование, фильтрацию сигналов датчиков, калибровку всей весоизмерительной системы, визуализацию полученных результатов измерения); типу выходного сигнала датчика и типу канала передачи в систему (аналоговый, амплитудно-модулированный, частотно-модулированный, цифровой); по количеству датчиков восприятия нагрузки (однодатчиковые, многодатчиковые).

Наиболее распространенная в настоящее время схема построения весоизмерительных систем с применением аналоговых датчиков предполагает аналоговое суммирование сигналов и аналоговое выравнивание чувствительностей датчиков с последующими функциональными преобразованиями в цифровом весовом приборе (Weight electronic) и дополнительном, если необходимо, дублированием результатов на компьютере. Такие структуры являются наиболее дешевыми так как содержат минимальное количество АЦП и процессорных компонентов. В тоже время они выполняют все весовые функции. Соотношение цена качество для таких систем принята за 1.

Анализ проводился с учетом стоимостных, точностных, надежностных и эксплуатационных показателей, куда входят затраты на диагностику работоспособности, замену неработоспособных компонентов и необходимую дальнейшую калибровку системы.

При сравнении эффективности построения систем принято усредненное соотношение стоимостей цифрового и аналогового датчиков 1:(1,25-1,3).

Расположение АЦП непосредственно в датчике или в непосредственной близости места установки датчиков по сравнению с расположением их не в зоне действия климатических и механических воздействий принималось нами по точности 1: 0,9, по показателям надежности 1:0,8. Коэффициенты качества по точности при передаче цифрового и аналогового сигналов принята 1:0,95 для расстояний до 200 м, и 1:0,75 для расстояний до 1200 м между датчиками и цифровым прибором или коммутатором цифровых сигналов.

В результате проведенного анализа показано, что реализация весоизмерительных систем на одном датчике или реализации измерения только общей массы не увеличивает эффективность решений на цифровых датчиках по сравнению с решениями на аналоговых датчиках. Применение цифровых датчиков эффективно при измерении пространственных координат центров масс и дистанционной передаче информации от датчиков до точки визуализации результатов измерения более (200 - 300) м.

Ключевые слова: эффективность, весоизмерительные системы, цифровые весоизмерительные датчики.

УДК004.057.4

ВЫБОР ИНТЕРФЕЙСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ВСТРОЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Андреева Е. В., Нечай С. А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Выбор компонентов микропроцессорной системы (МПС) определяется многими факторами, начиная с функций, которые она будет выполнять в определенных условиях эксплуатации. Выбранные функции, в свою очередь, предъявляют требования к вычислительной мощности МПС, а также к устройствам ввода/вывода. Немаловажную роль при этом будет играть интерфейс, обеспечивающий надежную работу микроконтроллера (МК) с периферийными устройствами.

При выборе интерфейсных связей обычно рассматривают наиболее популярные варианты передачи данных, а именно: I²C, SPI, USB, CAN и LIN. Практически любая встроенная система насчитывает несколько периферийных модулей, таких как EEPROM, АЦП, ЦАП, цифровые индикаторы и прочее. Выбранный МК должен уметь общаться с этими устройствами. Таким образом разработчик, выбрав функции и процессорный элемент, начинает примерять характеристики различных интерфейсных связей к условиям работы встроенной системы.

Шина I²C (последовательная шина передачи данных с поддержкой нескольких ведущих устройств) - подходит, в первую очередь, для связи с низкоскоростной периферией, такой как микросхемы памяти, АЦП и ЦАП. На аппаратном уровне для реализации I²C нужны две двунаправленные линии с ОК, Serial Data (SDA, данные) и Serial Clock (SCI, тактирование), подтянутые к U_{пит} при помощи резисторов. Стандартными для шины I²C являются напряжения +5В или +3,3 В. В разных версиях (7-битные или 10-битные поля адресов) можно обеспечить различные скорости передачи данных от десяти кбит/с до единиц Мбит/с (3,4 Мбит/с). Прием-передача данных в I²C организуется по требованию ведущего (Master) устройства.

Шина SPI (последовательная синхронная шина передачи данных) - работает в режиме полного дуплекса. Устройства, объединенные SPI – шиной, осуществляют обмен данными в режиме Master / Slave. При этом передачу данных инициирует Master. Главным отличием SPI и I²C является наличие всего лишь одного Master устройства, в то время как Slave устройств может быть несколько.

I²C и SPI являются внутренними шинами передачи данных, обладают высокими скоростями обмена и отсутствием буферных устройств, что отличает их от RS-485, RS-232, CAN и LIN. Следует отметить, что шины SPI и I²C широко представлены в списке продукции фирмы Microchip. Практически все 8 / 16 битные МК (у которых 28 выводов) имеют встроенный MSSP модуль, аппарат-

но реалізуючий як SPI, так і I²C. Крім того, можна при необхідності совместити переваги SPI і I²C в одній вимірній системі завдяки мініатюрній мікросхемі CP2120, так званому, мосту SPI - I²C.

Шина USB – універсальна послідовна шина для середньоскоростних і низькоскоростних периферійних пристроїв. Фірма Microchip пропонує своїм користувачам готові програмні коди для реалізації таких режимів:

- 1) інтерфейс користувача – режими обміну в усіх клавіатурах, «мишках» і інших пристроях введення/виведення (при швидкостях до 800 байт/с, без написання драйверів);
- 2) режим переходу з послідовного інтерфейсу RS-232 на USB, при якому на комп'ютері створюється віртуальний COM-порт (при підключенні PIC18FXX5X швидкості вище 1 Мбіт/с, без написання драйверів, т.е. забезпечується швидкий перехід з COM-порта на USB при невеликому об'ємі пам'яті програм);
- 3) режим роботи з власним драйвером – для найбільш продвинутих користувачів, які зможуть використовувати повні ресурси USB 2.0, вибираючи потрібний режим роботи шини.

Шина CAN - чудово відрізняється від I²C, SPI, RS-485 і RS-232 за цілим рядом критеріїв. Тому порівнювати немає сенсу. Цей варіант був створений для розподілених систем, що працюють в реальному часі. Широко використовується в автомобільній техніці. В цьому варіанті два провідники можуть замінити цілу мережу ліній зв'язу, але реалізація виходить дорогою. Мережа CAN також представлена в лінійці продукції фірми Microchip цілим рядом пристроїв для 8-бітних і 16-бітних МК (CAN трансивери представлені єдиною мікросхемою MCP2551).

Шина LIN - можна розглядати як альтернативу CAN, якщо потрібні низькі швидкості передачі даних до 20 кбіт/с. Тут привабливою є низька ціна самих ліній зв'язу, хоча їх довжина обмежена 50 м. Цей варіант чудово проявляє себе при реалізації, наприклад, сервісних функцій для салону автомобіля. Шина LIN також представлена в переліку продукції фірми Microchip (наприклад, LIN-трансивер MCP201).

Висновок можна зробити наступним чином:

- 1) для більшості розроблюваних вбудованих систем (з невеликим числом периферійних модулів) завжди можна знайти готові рішення для побудови інформаційних зв'язей;
- 2) якщо немає особливих обмежень на вибір МК, то краще для розробки вибрати серію PIC-МК, оскільки фірма Microchip пропонує найбільш широкий спектр готових і апробованих на практиці варіантів інтерфейсів з привабливим показником ціна/якість.

Ключові слова: інтерфейсні зв'язі, шини, МПС.

УДК 519.6

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМ ЛОГІСТИКИ

Горлова Т. М.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

В роботі запропонований підхід, що дозволяє визначити структуру логістичної системи з використанням сучасних підходів. Цей підхід може бути використаний для оновлення складу транспортних засобів (ТЗ) автотранспортного підприємств (АТП), що стає особливо актуальним умовах постійно мінливого попиту на виконання того чи іншого виду перевезень. Крім того необхідно враховувати адаптацію структури рухомого складу автотранспортного підприємства до зовнішніх динамічних умов, які характеризуються варіацією потреб у перевезеннях різного виду, а також вимогами до виробничо-технічної бази, вартості паливно-мастильних матеріалів, енергоносіїв, автотранспортних засобів і обладнань тощо.

Наведена математична модель функціонування АТП, яка встановлює взаємозв'язок вартості одиниці транспортної операції зі структурою ТЗ, а також людино-машинна процедура вибору раціональної структури ТЗ АТП, що дає можливість особі, яка приймає рішення, визначити кількісний склад необхідних ТЗ різного типу, що забезпечить виконання завдань автотранспортного підприємства найкращим чином.

В роботі представлений алгоритм формування оптимальної розмірності і структури автотранспортного підприємства:

- визначення векторів вхідних даних;
- визначення матриць вихідних даних;
- нормування та центрування даних;
- отримання дисперсій та середніх квадратичних відхилень ознак;
- розрахунок та формування матриці парних коефіцієнтів кореляції;
- отримання матриці власних значень і матриці власних векторів;
- отримання матриці індивідуальних значень головних компонент;
- аналіз даних методом Парето-Лоренца;
- попереднє формування оптимальної структури ТЗ;
- порівняння з обмеженнями (якщо «ні» – коригування структури ТЗ, якщо «так» – видача результатів);
- отримання результатів.

Використання розробленого алгоритму оптимізації структури рухомого складу в практиці діяльності автотранспортного підприємства дозволить знизити вартість одиниці транспортної операції, що призведе до скорочення витрат на експлуатацію рухомого складу.

Ключові слова: математична модель, алгоритм оптимізації, автотранспортне підприємство, структура рухомого складу.

УДК 521.3

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Горлова Т. М.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Аналіз стану підприємства, моніторинг та попередження негативних факторів, що можуть впливати на діяльність підприємства є основними передумовами становлення, розвитку та процвітання підприємства у майбутньому.

В роботі розроблена методика оцінки стану підприємств на основі офіційної звітності, що дає можливість проводити короткостроковий та довгостроковий прогнози показників та загального стану підприємств, запропоновано комплекс програм, що дозволяють в інтерактивному режимі проводити оцінку стану підприємств різними методиками та розроблено систему для проведення експрес-аналізу стану підприємства.

Використання розробленої методики оцінки стану підприємств дозволить проводити короткостроковий та довгостроковий прогнози показників підприємства та оцінки стану підприємств-конкурентів для обґрунтування різних управлінських рішень у діяльності підприємства.

Практичне значення роботи полягає в розробці комплексу програм на основі використання різних методів комплексного аналізу стану підприємства. Саме для оптимізації та максимальної результативності аналізу стану підприємств розроблені методичні рекомендації до програмного продукту аналізу стану підприємств та реалізована система експрес-аналізу.

На основі результатів аналізу стає можливим науково обґрунтоване керування господарськими процесами, що забезпечують досягнення намічених стратегічних цілей.

Результати проведеної роботи можуть бути використані при дослідженні питань прогнозування стану підприємств.

Література

1. Ковальова В. Фінансовий аналіз: методи і процедури. — М.: Фінанси і статистика, 2002.
2. Ковалев В.В., Волкова О.Н.. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Учебник. — М.: ООО "ТК Велби", 2002.— 424 с.
3. Абрютина М.С. Экспресс-анализ финансовой отчетности: Методическое пособие. – М.: Издательство “Дело и Сервис”, 2003. – 256 с.

Ключові слова: аналіз, моніторинг, методика, комплекс програм, експрес-аналіз.